

## 9. 노면요철포장

### 9.1 총 칙

#### 9.1.1 목적

본 지침은 노면요철 포장에 관한 기본적이고 세부적인 시행 지침을 정함으로써, 도로 교통의 안전과 원활한 교통 소통을 도모하여 좋은 도로환경을 조성하는데 목적이 있다.

#### 【설 명】

노면요철 포장<sup>1)</sup>은 잠재적인 위험을 지니고 있는 구간의 노면에 인위적인 요철을 만들어 차량이 이를 통과할 때 타이어에서 발생하는 마찰음과 차체의 진동을 통해 운전자의 경각심을 높임으로써 차량이 안전하게 주행할 수 있도록 유도하는 시설이다.

본 지침은 도로관리청이 노면요철 포장을 설치함에 있어서 필수적으로 알아야 할 실무적인 사항을 규정함으로써 도로관리청의 노면요철 포장업무 수행을 돕기 위해 노면요철 포장의 계획, 설계, 시공 등에 관한 기술적인 사항을 정한 것이다.

#### 9.1.2 적용 범위

본 지침은 노면요철 포장의 설치 기준을 기술한 것으로, 실무자들이 노면요철 포장의 설계, 시공 업무를 수행하는 경우에 적용한다.

본 지침은 도로법 제11조에서 정하고 있는 도로중 일반국도에 적용함을 원칙으로 하되, 기타 도로에도 준용할 수 있다.

#### 【설 명】

본 지침은 노면요철 포장의 설치에 관한 기술적인 사항의 일반적 기준을 제시한 것이다. 따라서 도로관리청은 이를 토대로 도로의 기능, 도로 및 지역 조건 등을 감안하여 적합한 노면요철 포장을 설치한다.

본 지침은 국내·외 기준과 관련 연구 등을 기초로 작성되어 국내의 현실적 여건을 반영하지 못하는 한계가 있다. 따라서 국내의 현실적 여건을 감안한 적용실험 등을 통하여 추후 상세한 노면요철 포장의 설치 및 관리에 대한 연구가 수반되어야 한다.

1) 현재 「도로안전시설 설치 및 관리 지침」 과 「도로설계편람」 에는 노면요철 포장 또는 감속유도시설 등의 용어가 혼용되어 사용되고 있으나 본 지침은 노면요철 포장(Rumble Strip)이라는 용어를 사용하기로 함.

## 9.2 기능 및 형식

### 9.2.1 기능

노면요철 포장의 기능은 졸음운전 또는 운전자 부주의 등으로 인해 차량이 차로를 이탈할 경우 소음 및 진동을 통해 운전자의 주의를 환기시킴으로써 차량이 원래의 차로로 복귀하도록 유도하는 시설이다.

#### 【설 명】

노면요철 포장은 주행차로나 갓길부의 노면을 높이거나 홈을 내어 차량이 차로를 이탈할 시에 소음과 진동을 발생시켜 도로여건의 변화를 운전자에게 환기시키는 것을 목적으로 하는 시설이며, 졸음운전이 예상되거나 악천후 등으로 인한 시인성 저하가 우려되는 구간에 주로 설치한다.

〈그림 9.1〉 노면요철 포장 표준도

## 9.2.2 종류

노면요철 포장의 종류는 형태에 따라 다음과 같이 구분한다.

- 가. 절삭형
- 나. 다짐형
- 다. 틀형
- 라. 부착형

### 【설 명】

노면요철 포장의 종류에 대해 도로설계편람(건설교통부, 1999)에서는 요철형, 물결형 I, 물결형 II, 골재노출의 4가지 종류를 제시하고 있으나 최근에는 미국 연방도로청(FHWA ; Federal Highway Administration)의 노면 요철 포장 기술권고안(Technical Advisory)에서 절삭형(Milled-in Type), 다짐형(Rolled-in Type), 틀형(Formed Type), 부착형(Raised Type)으로 노면 요철 포장의 종류를 분류하여 제시하고 있다. 이 중 국내에 실제로 적용되고 있는 노면 요철 포장의 종류는 절삭형과 다짐형이며, 미국 등 국외에서도 대부분 노면 요철 포장의 설치종류로서 절삭형과 다짐형이 일반적이므로 본 지침에서도 이에 대해 주로 설명하기로 한다. 틀형과 부착형의 경우는 미국에서도 표준화된 규격이 없으므로 방식에 대해서만 간단히 소개하기로 한다.



절삭형



다짐형

### 〈그림 9.2〉 절삭형과 다짐형의 형상

절삭형은 포장면을 지름 600mm의 회전드럼에 부착된 절삭장비로 깎아서 만드는 방식이다. 아스팔트 또는 시멘트콘크리트 포장 등 사용 재료에 관계없이 포장면이 견고하기만 하면 공사기간 및 공용 중에 언제든지 설치할 수 있다. 절삭형은 가장 최근에 개발되었으며 설치방법이 용이하고 소음 및 진동 효과가 커 미국 연방도로청의 길어깨 요철 포장(Shoulder Rumble Strips)에 관한 기술권고안에서 권장하는 방식이다.

다짐형은 아스팔트 포장에 사용되며 원형(또는 사각형)의 강봉을 길이 방향으로 잘라 부착한 롤러를 사용하여 고온의 아스팔트 표면을 다짐으로써 반원형 모양의 홈을 만드는 방식

이다. 홈의 규격, 중심간격 및 위치는 길어깨 폭과 자전거 통행여부 등 도로환경에 대한 제반 여건을 고려하여 도로관리청이 조정할 수 있다.

다짐형에서는 아스팔트의 온도가 너무 높거나 낮을 경우 홈의 깊이 및 모양이 제대로 형성되지 않을 수가 있고 또한 불량 시공면 발생 시 보완시공이 곤란하므로 주의를 요한다.

틀형은 콘크리트 포장에 사용되며 콘크리트 타설 및 표면 마무리 작업 후 길어깨 표면을 일정 모양의 틀로 눌러서 만드는 방식이다. 홈의 형태는 깊이 25mm, 폭(차로에 평행한 방향) 50mm~64mm, 길이(차로에 직각인 방향) 400mm~900mm이 일반적이다. 홈을 연속적으로 설치할 수도 있기는 하지만 일반적으로 5~7개의 홈을 묶어서 설치하는데 요철포장 구간 사이의 간격은 15m 정도이며 차선에서 300mm 정도 떨어진 곳에 위치한다.

부착형은 6~13mm 높이의 다양한 제품이 있으며, 규격 및 설치간격 등은 각 제품에 따라 다르다.

제시된 4가지 종류 중 절삭형과 다짐형의 설치에 대한 성능 및 효과분석이 많이 시행되었으며 그 결과 도로 이탈사고의 감소효과가 증명되었다. 시공을 위해서는 도로의 재 포장될 때까지 기다려야하는 다짐형과는 달리 언제든지 설치가 가능한 절삭형이 권고되고 있다. 또한 버지니아 DOT의 연구결과에 따르면 절삭형이 다짐형보다 33% 이상의 소음과 1,260% 이상의 진동효과를 가진다고 한다. 다만 이러한 소음과 진동으로 인해 도시지역 및 취락지 등에서는 절삭형을 제한적으로 설치하고 있다.

따라서 노면요철 포장은 시공성과 소음 및 진동효과, 내구성 등이 우수한 절삭형의 설치를 기본으로 하고 도시지역 및 취락지 등 소음 및 진동으로 인한 생활환경의 침해가 예상되는 구간에는 다짐형을 설치할 수 있다.

## 9.3. 설치 및 구조

### 9.3.1 설치장소

노면요철 포장은 연속적인 주행으로 운전자의 주위가 저하됨이 예상되는 구간에 설치한다.

#### 【설 명】

노면요철 포장은 도로의 종류와 차로 수 등에 관계없이 연속적인 주행으로 운전자의 주의 저하가 예상되는 구간에 설치한다. 교량 및 터널구간은 길어깨가 충분히 확보되지 않은 곳이 많으므로 도로관리청이 필요하다고 판단되는 구간에 설치한다. 장대교량의 경우에는 교량 진입부에 차선의 이탈 방지를 위해 설치할 수 있다.

소음으로 인한 피해가 예상되는 주택가 등에서는 설치여부와 노면요철 포장의 종류 등을 검토하여야 한다. 길어깨 주행이 예상되는 진·출입구간 및 전후 200m 구간에는 노면요철 포장을 설치하지 않도록 한다.

길어깨가 아스팔트 콘크리트로 포장된 경우에는 노면요철 포장의 설치를 위해 포장두께가 최소 60mm 이상이어야 하며, 잔존수명이 3년 이하인 길어깨에는 설치하지 않는 것이 바람직하다. 또한 시공은 교통사고 잦은 지점 등의 경우를 제외하고는 가급적 재포장 또는 재포

면 처리시기에 맞추어 하도록 한다.

설치 대상구간은 도로관리청에서 차로 이탈 등의 차량 단독 교통사고 기록을 토대로 선정 하도록 한다.

### 9.3.2 설치위치 및 간격

노면요철 포장의 설치위치는 최대한 바깥차선에 가깝게 설치하며 설치간격은 연속으로 설치하는 것을 원칙으로 한다.

#### 【설 명】

노면요철 포장의 설치위치는 길어깨 폭, 보행자 및 자전거 통행 여부 등 도로환경에 관한 제반 여건을 고려하여야 한다. 도로설계편람에서는 노면 요철 포장을 차도의 포장면으로부터 최소 30cm 이상 떨어진 지점에 설치하도록 하고 있다. 그러나 설계속도가 낮은 지방부 도로의 경우 길어깨 폭이 충분하게 확보되지 않기 때문에 차로를 이탈한 차량이 복귀할 수 있는 공간 확보를 위해서 노면 요철 포장은 최대한 바깥차선에 가깝게 설치한다. 지형적 여건으로 인해 길어깨 폭에 여유가 없는 경우에는 도로관리청의 검토를 통해 바깥 차선 위에 설치할 수 있다.

도로설계편람에서 노면 요철 포장의 설치간격은 연속형과 단속형의 두 가지 형태를 제시 하고 있으며, 단속형의 경우 홈간의 간격은 20~30cm로 하고 있다. 또한 도로의 기본구간에 서는 일정한 간격으로 설치하는 단속형의 설치를 제시하고 있다.

국외의 사례를 보면 대부분의 국가에서 연결로의 출입구와 교차로 등 차량의 길어깨 주행 이 예상되는 구간을 제외하고는 연속형을 설치하고 있다. 미국 연방도로청에서도 노면 요철 포장의 경고효과 등을 고려할 때 연속형의 설치를 권고하고 있다. 이를 종합해 볼 때, 국내 에 설치하는 노면요철 포장은 연속으로 설치하는 것을 원칙으로 하며, 자전거 통행 등을 고 려할 경우에는 단속형의 설치를 검토할 수 있다.

### 9.3.3 구조

노면요철 포장의 형상은 원호형을 표준으로 하며, 제원은 각 종류별로 달리 적용한다.

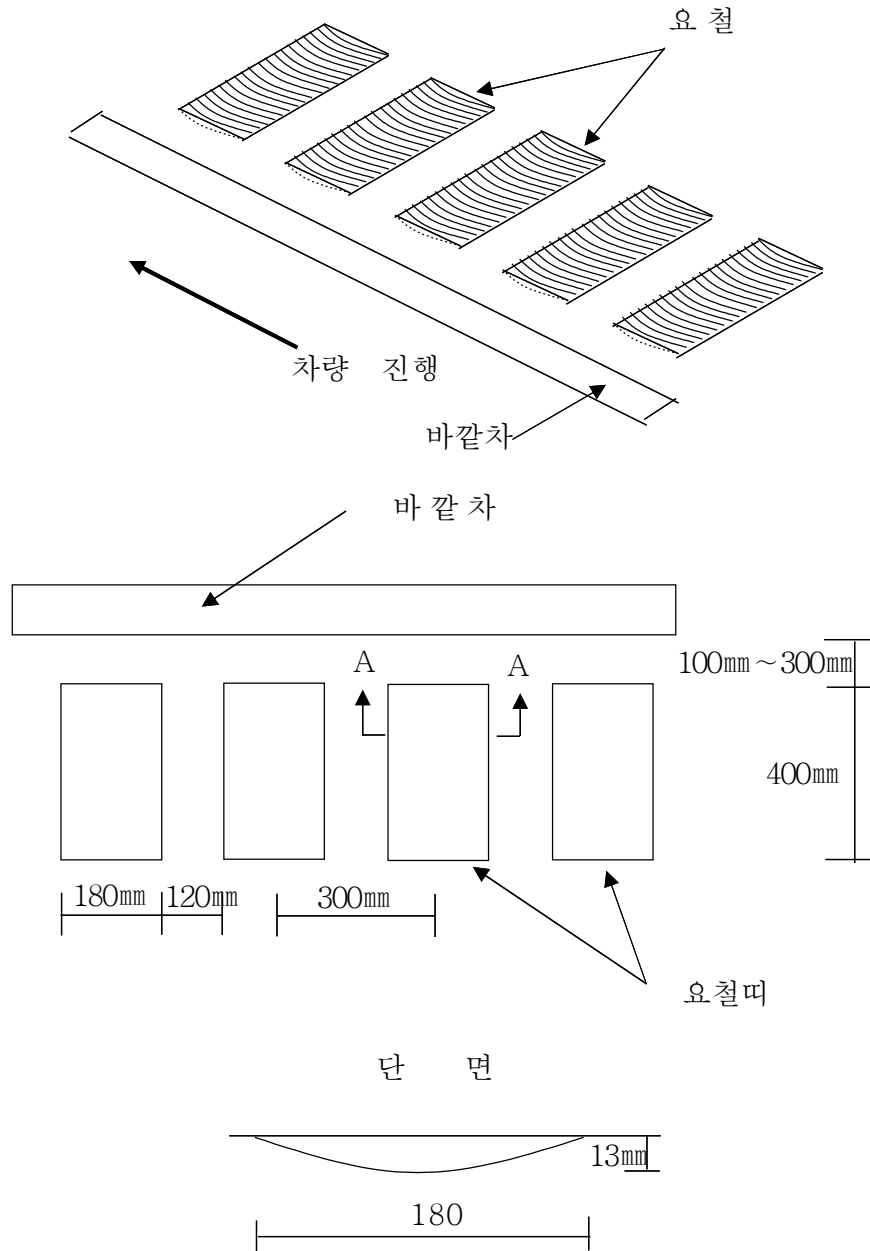
#### 【설 명】

노면요철 포장은 절삭형, 다짐형, 틀형, 부착형이 있으나, 본 지침에서는 활용도가 높고 국 내·외적으로 검증된 형태인 절삭형과 다짐형을 표준으로 하였다.

#### 가. 절삭형

절삭형은 원호형의 홈을 절삭하는 방식으로서 원호의 최대깊이가 13mm로 하고 폭(차로에 평행한 방향)은 180mm로 한다. 길이(차로에 직각인 방향)는 400mm로 하고 각 홈간 이격거

리는 120mm로 하여 홈간 중심간격은 300mm가 되도록 한다. 설치위치는 최대한 차도의 포장면에 가깝게 설치하며, 길어깨 폭의 여유가 있는 곳에서는 바깥차선에서 100~300mm 떨어진 곳에 설치하되 길어깨 폭이 충분하지 않을 경우에는 바깥차선 위에 설치할 수 있다.

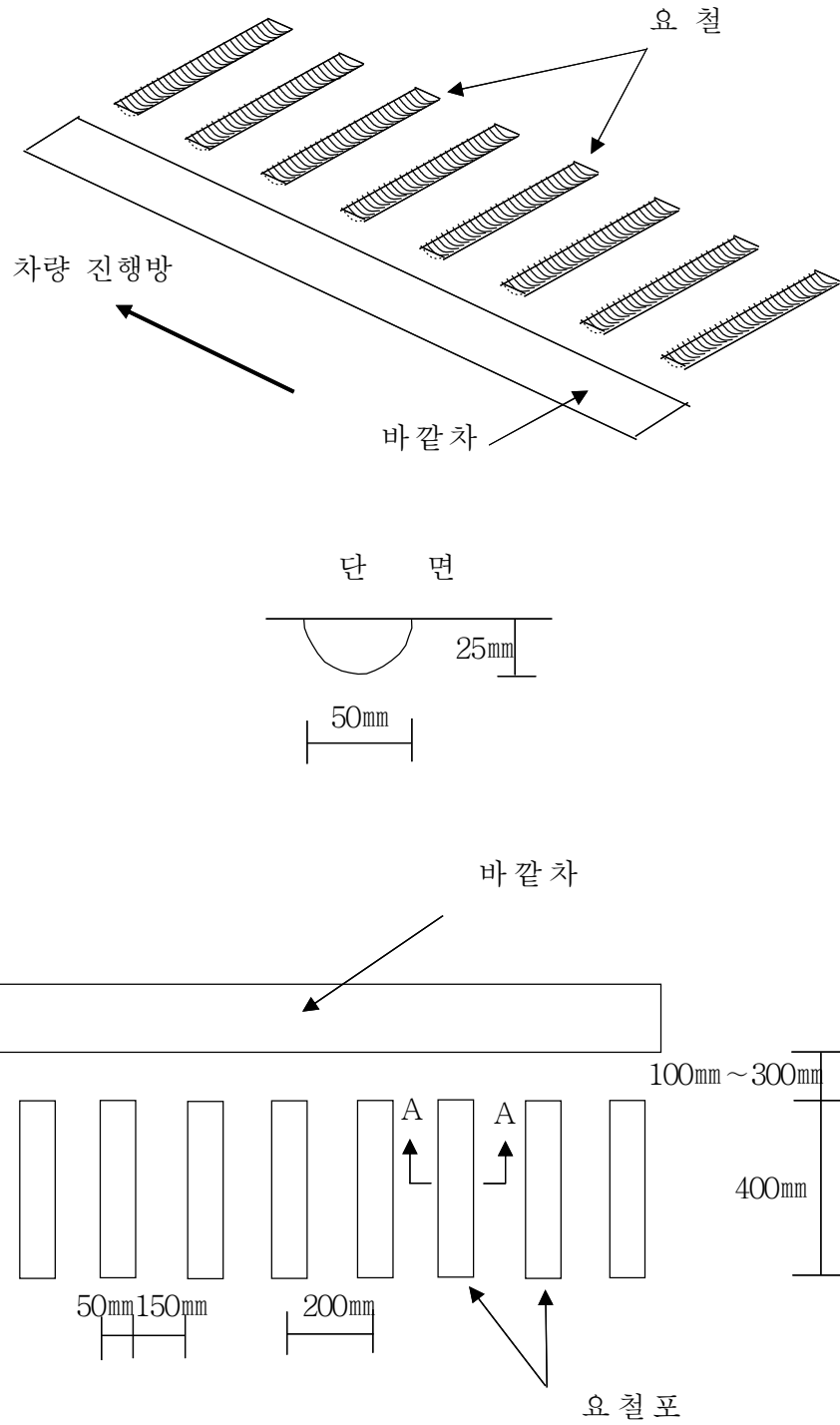


<그림 9.3> 노면요철 포장 절삭형의 제원

#### 나. 다짐형

다짐형은 원형의 강봉을 잘라 부착한 철륵 롤러로 고온의 아스팔트콘크리트 포장면을 다짐으로써 원형의 홈을 만드는 방식으로서 원호의 최대깊이가 25mm로 하고 폭(차로에 평행인 방향)은 50mm로 한다. 길이(차로에 직각인 방향)는 400mm로 하고 각 홈간 이격간격은 150mm로 하여 홈간 중심간격은 200mm가 되도록 한다. 설치위치는 절삭형과 마찬가지로

로 최대한 차도의 포장면에 가깝게 설치하며, 길어깨 폭의 여유가 있는 곳에서는 바깥차선에서 100~300mm 떨어진 곳에 설치하되 길어깨 폭이 충분하지 않을 경우에는 바깥차선 위에 설치할 수 있다.



<그림 9.4> 노면요철 포장 다짐형의 제원

### 9.3.4 자전거 통행지역의 고려사항

노면요철 포장의 설치 시 자전거의 통행이 있는 곳은 통행공간 등의 확보를 위해 일정 여유폭을 확보하여야 한다.

#### 【설 명】

노면요철 포장이 설치된 구간에서는 길어깨 폭이 노면요철 포장으로 인해 감소되어 자전거 이용자가 장애물을 피하거나 다른 통행자를 피하기가 어렵다. 1999년 미국 AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials)의 「자전거 시설의 개발 지침」과 미국 연방도로청의 노면 요철 포장 기술권고안(2001)에서는 길어깨를 따라 자전거 통행이 있을 경우 노면요철 포장으로부터 차로까지 최소 0.3m, 길어깨 포장끝단까지 1.2m 또는 인접 가드레일까지 1.5m가 확보되지 않으면 노면요철 포장 또는 표지병 설치를 권장하지 않는다. 따라서 길어깨 폭이 충분히 확보되지 못하는 국내 도로 여건을 감안할 때 국외의 경우와 마찬가지로 자전거 통행이 있는 구간은 길어깨 포장끝단까지 1.2m 또는 인접 가드레일까지 1.5m가 확보되지 않으면 노면요철 포장을 설치하지 않는 것이 바람직하다. 또한 자전거 통행이 있는 곳에서 노면요철 포장의 설치 시 자전거의 통행여유를 위해 노면요철 포장의 설치구간 12m마다 4m의 여유 공간을 확보하도록 한다.

## 9.4. 시공

노면요철 포장은 길어깨 노면에 설치하되 종류에 따라 규정된 폭, 간격 및 깊이를 형성할 수 있는 전용장비를 사용하는 것이 바람직하다.

#### 【설 명】

절삭형의 경우 시공장비는 일반적으로 지름이 600mm이고 폭이 400mm인 회전드럼과 이에 부착되어 있는 절삭장비로 구성되며, 시공 효율성을 위해 절삭형 요철포장 설치 전용장비를 사용하는 것이 바람직하다. 요철포장의 형상 및 설치위치는 지침에 주어진 규격을 기준으로 여건에 따라 조정할 수 있으나 요철포장 설치구간 전체에 걸쳐 홈의 형상 및 위치가 일정하여야 한다. 공사 완료 후 절삭된 입자들을 완전히 제거하고 길어깨 포장을 청소한 다음 개방하여야 한다.

다짐형의 경우 설치장비는 철륵 다짐롤러에 길이 400mm, 지름 50mm 원형 강봉을 길이방향으로 절단하여 중심간격이 200mm가 되도록 용접 부착하여 사용한다(원형강봉은 일반구조용 압연강재 KS D-3503 사용). 노면요철 포장의 형상 및 설치위치는 지침에 주어진 제원을 기준으로 여건에 따라 조정할 수 있으나 노면요철 포장 설치구간 전체에 걸쳐 홈의 형상 및



위치가 일정하여야 한다. 규정된 균일한 모양의 형상을 얻을 수 있도록 충분히 균질하게 다짐하여야 하며, 다짐을 위한 이상적인 아스팔트 온도는 80℃이고 온도관리에 특히 유의한다. 필요시 시공선 유지를 위한 유도장치를 설치한다. 작업 중 손상된 곳이나 파손된 곳은 즉시 원상복구 시킨다.

다짐형의 시공 시 아스팔트콘크리트 재료 온도가 너무 낮을 때 설치하면 흠이 적당한 깊이로 만들어지지 않고 아스팔트 콘크리트 재료 온도가 너무 높으면 아스팔트 콘크리트가 안정되지 않아 적절한 흠 형상을 얻지 못할 수 있다. 또한 200mm 간격으로 봉이 부착되어 있는 철륵 롤러로 다짐을 하므로 흠 사이의 아스팔트 콘크리트 재료의 다짐이 충분하지 않아 적절한 밀도를 얻지 못할 수가 있고 이는 길어깨 표면의 조기노화로 연결될 수 있으므로 유의해서 시공하여야 한다.

## 참 고 문 헌

1. 건설교통부(1999), 도로의구조·시설기준에관한규칙
2. 건설교통부(1999), 도로설계편람
3. 건설교통부(2002), 도로안전시설 설치 및 관리지침 - 미끄럼방지포장 편-
4. 한국도로공사(2003), 차로이탈인식시설(Rumble Strips) 적용기준 검토
5. Federal Highway Administration(2001), Technical Advisory : Roadway Shoulder Rumble Strips, T 5040.35 December 2001
6. Turochy, E. R(2004), Shoulder Rumble Strips: Evolution, Current Practice, and Research Needs, TRB Paper No 04-3448 presented at the 84th TRB 2004 Annual Meeting, Washington, U.S.A
7. TRB(1993), Use of Rumble Strip to Enhance Safety, Synthesis of Highway Practice, NCHRP Synthesis 191, National Academy Press, Washington, D.C. 1993
8. TRB(1999), Safety Evaluation of Continuous Shoulder Rumble Strips Installed on Freeways, paper NO. 990162 presented at the 79th TRB 2004 Annual Meeting, Washington, U.S.A
9. <http://www.rumblestrips.com>, The Best Rumble Strip - Rolled or Milled